



■本社／海外営業本部
〒555-0012 大阪市西淀川区御幣島6丁目12-22
PHONE (06) 6472-4772 (代) FAX (06) 6477-1430
■関西営業所
PHONE (06) 6471-6031 (代) FAX (06) 6472-1996



■関西工場
〒555-0012 大阪市西淀川区御幣島6丁目12-22
PHONE (06) 6471-7454 (代) FAX (06) 6472-1980



■関東営業所
〒340-0022 埼玉県草加市瀬崎1丁目9番1号 2階
PHONE (048) 949-6305 (代) FAX (048) 949-6516



■関東工場
〒300-0726 茨城県稲敷市西代680
PHONE (0299) 78-3501 (代) FAX (0299) 78-3554



■九州営業所
〒803-0801 福岡県北九州市小倉北区西港町10
PHONE (093) 561-1480 (代) FAX (093) 561-4476



■北陸工場
〒924-0051 石川県白山市福留町625
PHONE (076) 277-1200 (代) FAX (076) 277-1831

 **日本鏡板工業株式会社**
NIPPON KYOHAN KOGYO CO., LTD.
ホームページアドレス <https://www.nkweb.co.jp>



TECHNICAL INFORMATION FOR HEADS

VOL.1



NIPPON KYOHAN

 日本鏡板工業株式会社
NIPPON KYOHAN KOGYO CO., LTD

圧力容器用鏡板の計算式について

圧力容器に使用される鏡板は、その設計条件により、形状、寸法及び材質などが変化します。鏡板の形状としましては、日本工業規格 JIS B 8247『圧力容器用鏡板』に、平鏡板、皿形鏡板及び正半だ円体形鏡板などが規格化されております。当社では、プレス工法・スピニング工法・分割組立工法等を採用して、種々な形状の鏡板を製作しております。

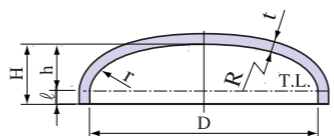
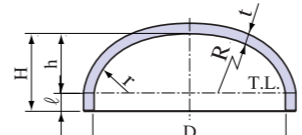
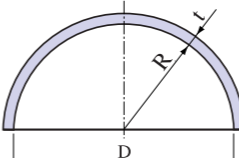
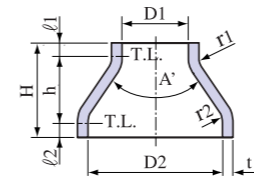
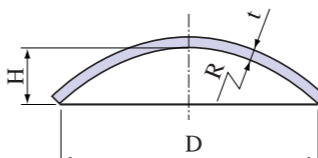
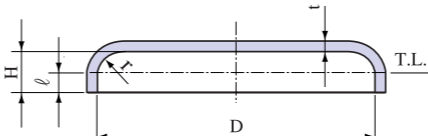
鏡板を扱う場合や設計計算を行う場合には、これらの鏡板についての表面積、容量（容積）などを求めなければならないケースがあり、このため面倒な計算が必要とされます。本資料では、この面倒な計算を簡単に行うことが出来るように、簡略式を整理してみましたので、以下にご紹介します。

なお、本資料にご不明な点がございましたら、お手数ですが当社までご連絡ください。

Index

代表的鏡板の内面の表面積・全体容量	P.1
特殊皿形鏡板の内面の表面積・全体容量	P.2
円すい体形鏡板の内面の表面積・全体容量	P.2
皿形鏡板の容量変化	P.3
正半だ円体形鏡板の容量変化	P.3
鏡板及び胴板の標準容量表	P.4~15
鏡板の水平における容量表	P.16~19
鏡板の重量表	P.20~21

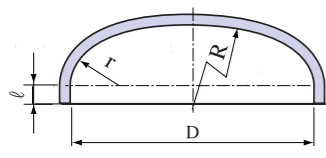
代表的鏡板の内面の表面積・全体容量

各部の記号と名称		計算式
SD  ■皿形鏡板 (Standard flanged dished head) $R=D$ $r=0.1D$ $h=0.194D$	内面の表面積	$0.31514\pi D^2 + \pi D\ell$
	全体容量	$0.09896D^3 + \frac{\pi}{4} D^2\ell$
ED  ■正半だ円体形鏡板 (Ellipsoidal dished head) $R,r=2:1$ 正半だ円曲線 $h=1/4D$	内面の表面積	$0.345\pi D^2 + \pi D\ell$
	全体容量	$0.1309D^3 + \frac{\pi}{4} D^2\ell$
HH  ■半球形鏡板 (Hemispherical head) $R=0.5D$	内面の表面積	$\frac{\pi}{2} D^2$
	全体容量	$\frac{\pi}{12} D^3$
C  ■円錐体形鏡板 (Conical head)	内面の表面積	P.2をご参照下さい
	全体容量	P.2をご参照下さい
DR  ■欠球 (Dished only head)	内面の表面積	$2\pi RH$
	全体容量	$\pi \left(H^2 R - \frac{H^3}{3} \right)$
FH  ■平鏡板 (Flanged only head)	内面の表面積	$\pi \left\{ 2r^2 + \left(\frac{D}{2} - r \right) \left(\frac{D}{2} - r + \pi r \right) \right\} + \pi D\ell$
	全体容量	$\pi r \left\{ \frac{2}{3} r^2 + \left(\frac{D}{2} - r \right) \left(\frac{D}{2} - r + \frac{\pi r}{2} \right) \right\} + \frac{\pi}{4} D^2\ell$

各部の記号と名称

D : 内径 R : 中央部の内半径 r : すみの丸みの内半径
 t : 板厚 ℓ : フランジ長さ H : 内面高さ T.L. : タンゼントライン

特殊皿形鏡板の内面の表面積及び全体容量 (角度:ラジアン)



内面の表面積

$$2\pi A^2(1-C)D^2 + 2\pi B \left\{ BC + (0.5-B)\sin^{-1}C \right\} D^2 + \pi D\ell$$

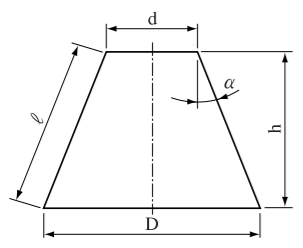
全体容量

$$\pi A^3 \left(\frac{2}{3} - C + \frac{C^3}{3} \right) D^3 + \pi B \left[B^2 + (0.5-B)^2 \right] C - \frac{B^2 C^3}{3} + B(0.5-B) \left(C\sqrt{1-C^2} + \sin^{-1}C \right) D^3 + \frac{\pi}{4} D^2 \ell$$

$A = \frac{R}{D}$
 $B = \frac{r}{D}$
 $C = \sqrt{1 - \left(\frac{0.5-B}{A-B} \right)^2}$

円すい体形鏡板の内面の表面積及び全体容量 (角度:ラジアン)

Type A



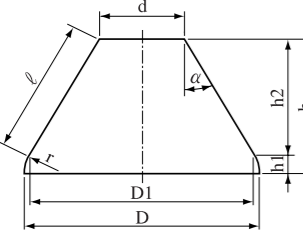
内面の表面積

$$\frac{\pi(D+d)}{4} \sqrt{(D-d)^2 + 4h^2}$$

全体容量

$$\frac{\pi}{12} (D^2 + D \cdot d + d^2) h$$

Type B



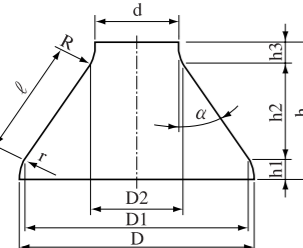
内面の表面積

$$\frac{\pi(D_1+d)}{4} \sqrt{(D_1-d)^2 + 4h_2^2} + 2\pi r \left\{ r \sin \alpha + (D/2-r) \sin^{-1}(\sin \alpha) \right\}$$

全体容量

$$\frac{\pi}{12} (D_1^2 + D_1 \cdot d + d^2) h_2 + \pi \left[\left\{ r^2 + (D/2-r)^2 \right\} h_1 - \frac{h_1^3}{3} + (D/2-r) \left\{ h_1 \sqrt{r^2 - h_1^2} + r^2 \sin^{-1} \frac{h_1}{r} \right\} \right]$$

Type C



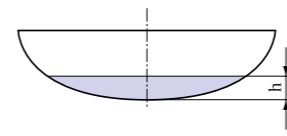
内面の表面積

$$\frac{\pi(D_1+D_2)}{4} \sqrt{(D_1-D_2)^2 + 4h_2^2} + 2\pi r \left\{ r \sin \alpha + (D/2-r) \sin^{-1}(\sin \alpha) \right\} + 2\pi R \left\{ -R \sin \alpha + (d/2+R) \sin^{-1}(\sin \alpha) \right\}$$

全体容量

$$\frac{\pi}{12} (D_1^2 + D_1 \cdot D_2 + D_2^2) h_2 + \pi \left[\left\{ r^2 + (D/2-r)^2 \right\} h_1 - \frac{h_1^3}{3} + (D/2-r) \left\{ h_1 \sqrt{r^2 - h_1^2} + r^2 \sin^{-1} \frac{h_1}{r} \right\} \right] + \pi \left[\left\{ R^2 + (d/2+R)^2 \right\} h_3 - \frac{h_3^3}{3} - (d/2+R) \left\{ h_3 \sqrt{R^2 - h_3^2} + R^2 \sin^{-1} \frac{h_3}{R} \right\} \right]$$

皿形鏡板の容量変化 (フランジ部を含まず) (角度:ラジアン)



[$h \leq 0.1042D$ のとき]

$$Vh = \pi \left(Dh^2 - \frac{h^3}{3} \right)$$

[$0.1042D < h \leq 0.1938D$ のとき]

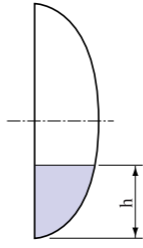
$$Vh = 0.09896D^3 + \pi \left[0.17D^2(h-0.1938D) - \frac{(h-0.1938D)^3}{3} + 0.4D \left\{ (h-0.1938D) \sqrt{0.01D^2 - (h-0.1938D)^2} + 0.01D^2 \sin^{-1} \frac{h-0.1938D}{0.1D} \right\} \right]$$

この場合の容量変化は、理論式で表すのが困難であり、目安的なものとして、下記の計算式並びに表を使って計算される値をご参考にして下さい。

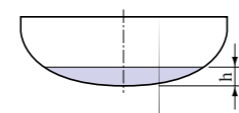
$$\Delta h = \frac{h}{D} \times 100(\%) \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta V \text{は下表より } \Delta h \text{ に対する} \\ \Delta V \text{として求める} \end{array} \right.$$

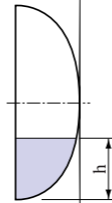
$$Vh = 0.09896D^3 \times \frac{\Delta V}{100}$$

Δh	ΔV	Δh	ΔV	Δh	ΔV	Δh	ΔV
100.0	100.000	75.0	84.343	50.0	50.000	25.0	15.656
99.0	99.967	74.0	83.201	49.0	48.500	24.0	14.545
98.0	99.868	73.0	82.042	48.0	47.002	23.0	13.518
97.0	99.705	72.0	80.844	47.0	45.505	22.0	12.466
96.0	99.479	71.0	79.633	46.0	44.013	21.0	11.493
95.0	99.192	70.0	78.059	45.0	42.525	20.0	10.505
94.0	98.845	69.0	77.111	44.0	41.043	19.0	9.553
93.0	98.488	68.0	75.865	43.0	39.542	18.0	8.729
92.0	98.099	67.0	74.551	42.0	38.076	17.0	7.845
91.0	97.618	66.0	73.270	41.0	36.596	16.0	7.073
90.0	97.080	65.0	71.919	40.0	35.152	15.0	6.263
89.0	96.492	64.0	71.550	39.0	33.720	14.0	5.496
88.0	95.879	63.0	69.133	38.0	32.270	13.0	4.801
87.0	95.199	62.0	67.730	37.0	30.867	12.0	4.121
86.0	94.504	61.0	66.280	36.0	29.450	11.0	3.508
85.0	93.737	60.0	64.848	35.0	28.081	10.0	2.920
84.0	92.927	59.0	63.404	34.0	26.730	9.0	2.382
83.0	92.155	58.0	61.924	33.0	25.449	8.0	1.961
82.0	91.271	57.0	60.458	32.0	24.135	7.0	1.512
81.0	90.446	56.0	58.957	31.0	22.889	6.0	1.155
80.0	89.495	55.0	57.475	30.0	21.616	5.0	0.808
79.0	88.507	54.0	56.987	29.0	20.367	4.0	0.521
78.0	87.534	53.0	54.495	28.0	19.156	3.0	0.295
77.0	86.482	52.0	52.998	27.0	17.958	2.0	0.132
76.0	85.455	51.0	51.500	26.0	16.799	1.0	0.033
						0.0	0.000



2:1 正半だ円体形鏡板の容量変化 (フランジ部を含まず)



$$Vh = 4\pi \left(\frac{D}{4} h^2 - \frac{1}{3} h^3 \right)$$


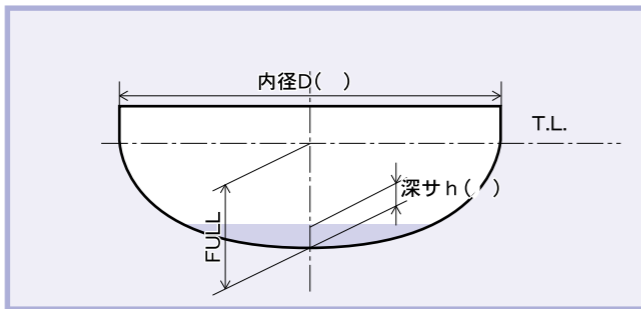
$$Vh = \frac{\pi}{4} \left(\frac{D}{2} h^2 - \frac{1}{3} h^3 \right)$$

鏡板及び胴板の標準容量表

内径D (mm)	深さh (mm)	形 状 (㎡)			内径D (mm)	深さh (mm)	形 状 (㎡)			内径D (mm)	深さh (mm)	形 状 (㎡)			内径D (mm)	深さh (mm)	形 状 (㎡)			内径D (mm)	深さh (mm)	形 状 (㎡)			内径D (mm)	深さh (mm)	形 状 (㎡)		
		SD形	ED形	円筒形			SD形	ED形	円筒形			SD形	ED形	円筒形			SD形	ED形	円筒形			SD形	ED形	円筒形					
4000	200	.0515	.0608	.2349	4000	3300	5.8114	7.6977	11.0894	4100	50	.0035	.0040	.0301	4200	50	.0036	.0041	.0305	4300	50	.0037	.0042	.0308	4400	50	.0038	.0043	.0311
	3250	5.7419	7.6045	10.9353		4100	2200	3.7859	5.0050		7.2157	4200	100	.0145		.0166	.0868	4300	100		.0145	.0166	.0868	4400		100	.0145	.0166	.0868
	2500	4.5193	5.9723	8.4314		4100	2750	5.0924	6.7316		9.4145	4200	150	.0320		.0371	.1590	4300	150		.0320	.0371	.1590	4400		150	.0320	.0371	.1590
	2000	3.4031	4.5029	6.5074		4100	3300	6.1358	8.1253		11.3881	4200	200	.0543		.0639	.2409	4300	200		.0543	.0639	.2409	4400		200	.0543	.0639	.2409
	1500	2.5449	3.3286	4.4220		4100	3850	7.2122	9.2017		12.4516	4200	250	.0829		.0990	.3354	4300	250		.0829	.0990	.3354	4400		250	.0829	.0990	.3354
	1000	1.8311	2.3427	3.1013		4100	4400	8.3338	10.3233		13.5742	4200	300	.1167		.1414	.4393	4300	300		.1167	.1414	.4393	4400		300	.1167	.1414	.4393

内径D (mm)	深さh (mm)	形 状 (㎡)			内径D (mm)	深さh (mm)	形 状 (㎡)			内径D (mm)	深さh (mm)	形 状 (㎡)			内径D (mm)	深さh (mm)	形 状 (㎡)			内径D (mm)	深さh (mm)	形 状 (㎡)		
		SD形	ED形	円筒形			SD形	ED形	円筒形			SD形	ED形	円筒形			SD形	ED形	円筒形					
4300	300	.1199	.1449	.4447	4300	3400	6.9719	9.2305	12.3156	4400	2200	4.2152	5.5753	7.6027	4500	900	.9470	1.2405	2.2645					
	3350	7.0595	9.3482	12.4887		4400	2250	4.3558	5.7654		7.8227	4500	950	1.0437		1.3704	2.4463							
	3300	7.1434	9.4608	12.6580		4400	2300	4.5032	5.9552		8.0425	4500	1000	1.1444		1.5054	2.6317							
	3250	7.2234	9.5601	12.8233		4400	2350	4.6476	6.1447		8.2622	4500	1050	1.2487		1.6452	2.8204							
	3200	7.3081	9.6494	12.9886		4400	2400	4.7910	6.3335		8.4815	4500	1100	1.3566		1.7898	3.0123							

鏡板の水平における容量表



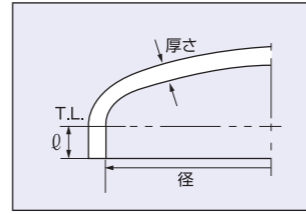
内径D (mm)	深サh (mm)	形状 (m)		内径D (mm)	深サh (mm)	形状 (m)		内径D (mm)	深サh (mm)	形状 (m)		内径D (mm)	深サh (mm)	形状 (m)	
		SD形	ED形			SD形	ED形			SD形	ED形			SD形	ED形
300															
350															
400															
450															
500															
550															
600															
650															
700															
750															
800															
850															
900															
950															
1000															
1050															
1100															
1150															
1200															
1250															
1300															
1350															
1400															

1450															
1500															
1550															
1600															
1650															
1700															
1750															
1800															
1850															
1900															
1950															
2000															
2100															
2200															

鏡板重量表

SDタイプ ★ステンレス鋼の場合は次によります。

下記表の該当寸法の重量 ÷ 7.85 × 8

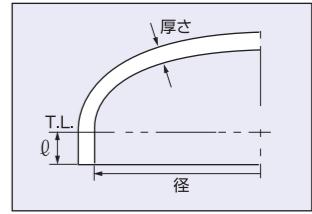


単位 (kgf)

Table with columns for thickness (3.2, 4.5, 6, 9, 12, 14, 16, 19, 22, 25, 28, 32) and radius (20, 20, 20, 27, 36, 38, 38, 38, 38, 38, 38, 38). Rows represent radii from 300 to 500.

EDタイプ ★ステンレス鋼の場合は次によります。

下記表の該当寸法の重量 ÷ 7.85 × 8



単位 (kgf)

Table with columns for thickness (3.2, 4.5, 6, 9, 12, 14, 16, 19, 22, 25, 28, 32) and radius (20, 20, 20, 27, 36, 38, 38, 38, 38, 38, 38, 38). Rows represent radii from 300 to 500.